

3

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2000/2001

Februari/Mac 2001

ZCC 543/4 - Fizik Semikonduktor

Masa : 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab kesemua LIMA soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

Pemalar-pemalar: Angkatap Planck $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J-s
 Cas elektron $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

1. (a) Nyatakan dan bincangkan secara ringkas 3 teknologi yang memanipulasikan 3 sifat-sifat utama semikonduktor
(15/100)
- (b) (i) Lakarkan keupayaan berkala dalam 1 dimensi bagi elektron menggunakan model Kronig-Penney berserta dengan label yang sesuai
(5/100)
- (ii) Nyatakan ungkapan keupayaan berkala untuk elektron di dalam telaga dan di dalam sawar keupayaan
(10/100)
- (iii) Nyatakan penyelesaian persamaan Schrodinger untuk $E < V_0$ bagi kedua-dua rantau yang dipertimbangkan di dalam bahagian (ii) di mana V_0 adalah kedalaman telaga
(10/100)

... 2/-

- (iv) Dengan menggunakan syarat sempadan yang sesuai dapatkan persamaan-persamaan untuk pemalar-pemalar di dalam persamaan Schrodinger di bahagian (iii)

(10/100)

- (v) Penyelesaian persamaan Schrodinger menggunakan syarat-syarat sempadan dalam model Kronig-Penney untuk telaga keupayaan menghasilkan hubungan berikut:

$$\cos(k,d) = \cos(k_z a) \cosh(K_z b) + \frac{K_z^2 - k_z^2}{2K_z k_z} \sin(k_z a) \sinh(K_z b)$$

di mana k , k_z , K_z adalah vektor-vektor gelombang keseluruhan, di dalam telaga dan di dalam sawar.

a , b adalah lebar sawar keupayaan, lebar telaga keupayaan dan $d=a+b$

Lakarkan graf yang lengkap dengan tanda yang sesuai, kawasan tenaga dibenarkan dan terlarang untuk $E < V_0$ menggunakan nilai bahagian kanan persamaan di atas melawan tenaga.

(25/100)

- (vi) Lakarkan graf yang serupa bahagian (v) tetapi untuk $E > V_0$

(25/100)

2. (a) (i) Apakah elemen penting yang menentukan jisim berkesan elektron di dalam semikonduktor ?

(10/100)

- (ii) Senaraikan 5 hubungan antara sifat-sifat lohong dan elektron

(10/100)

- (iii) Dapatkan frekuensi Zener untuk elektron di dalam semikonduktor GaP dengan pemalar kekisi 5.45 \AA di bawah medan elektrik 75 kV/cm

(10/100)

- (b) Kenapa konsep ketumpatan keadaan penting di dalam semikonduktor ?

(10/100)

2. (c) (i) Lakarkan rajah ketumpatan keadaan melawan tenaga untuk elektron di dalam 3-, 2-, 1-, 0- dimensi

(20/100)

... 3/-

- (ii) Tuliskan ungkapan ketumpatan keadaan elektron di sekitar jurang tenaga bagi kes 2-dimensi untuk semikonduktor isotropik dan tak isotropik
(15/100)
- (d) Dalam taburan Fermi-Dirac (F-D) melawan tenaga, nyatakan had tenaga di mana prinsip eksklusif Pauli tidak berkesan lagi
(10/100)
- (e) Apakah yang dimaksudkan dengan rantau tepu di dalam rajah kepekatan pembawa melawan suhu. Seterusnya takrifkan konsep pembawa majoriti dan minoriti
(15/100)
3. (a) Menggunakan persamaan pengangkutan elektron di dalam semikonduktor isotropik terbitkan ungkapan mewakili kelincahan elektron
(30/100)
- (b) Kenapa kesan Hall sangat penting untuk semikonduktor ?. Nyatakan kaedah praktikal menentukan ketumpatan pembawa, kelincahan dan masa serakan τ di dalam semikonduktor
(10/100)
- (d) Dapatkan takrifan eksiton, persamaan magnitud ikatan eksiton serta bezakan antara eksiton Frenkel dan eksiton Wannier-Mott
(15/100)
- (e) Apakah syarat-syarat penting terjadinya fenomena diod terowong
(5/100)
- (f) Terangkan fenomena diod terowong menggunakan rajah jalur tenaga dan kurva I-V
(40/100)
4. (a) Huraikan apa yang anda faham tentang fonon ?
(10/100)
- (b) Secara ringkas terangkan perbezaan antara fonon akustik dan fonon optik
(20/100) ?
- (c) Bagaimana mod optik berinteraksi dengan sinar elektromagnet tetapi tidak dengan mod akustik ?
(20/100)

... 4/-

- (d) Bagaimana kesan fonon penting di dalam proses pengangkutan pembawa (5/100)
- (e) Terangkan secara ringkas proses-proses serakan terhadap pembawa seperti berikut (20/100)
- (i) Serakan fonon akustik
 - (ii) Serakan fonon optik
 - (iii) Serakan bendasing neutral
 - (iv) Serakan bendasing terion
- (f) Kenapa faktor degenerasi untuk mod fonon (optik atau akustik) ada 3 ? (5/100)
- (g) Diketahui bahawa kelincahan pembawa adalah bersandar suhu. Ini adalah kerana ungkapan masa serakan τ yang bersandar suhu di dalam persamaan kelincahan pembawa. Daripada senarai di bahagian e) di atas nyatakan proses serakan yang akan menghadkan kelincahan pada i) suhu rendah ii) suhu bilik. Jelaskan kenapa ? (20/100)
5. (a) Terangkan secara ringkas perbezaan antara serapan optik di dalam semikonduktor tak terus seperti Ge dengan semikonduktor terus seperti GaAs (20/100)
- (b) Huraikan bagaimana anda menerbitkan persamaan pemalar serapan optik dan seterusnya menentukan jurang tenaga optik (30/100)
- (c) Nyatakan apakah kesan Franz-Keldysh di dalam semikonduktor dan apakah syarat utama untuk memerhatikan kesan ini (10/100)
- (d) Nyatakan bagaimana medan magnet mengubah ketumpatan keadaan elektron dan seterusnya mengubah pekali penyerapan di dalam semikonduktor (40/100)